

03560.003354



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Takahiro MATSUMOTO et al.) : Examiner: Unassigned
Application No.: 10/662,408) : Group Art Unit: Unassigned
Filed: September 16, 2003) :
For: POSITION DETECTING DEVICE AND) October 30, 2003
POSITION DETECTING METHOD :

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2002-277302, filed September 24, 2002.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicants
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
SEW/eab

U.S. Patent App'n No. 10/662,408

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月24日
Date of Application:

出願番号 特願2002-277302
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-277302]

出願人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2003年10月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

【書類名】 特許願

【整理番号】 4681026

【提出日】 平成14年 9月24日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027
G03F 7/20

【発明の名称】 位置検出方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【氏名】 松本 隆宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【氏名】 稲 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】**【識別番号】** 100096965**【住所又は居所】** 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
社内**【弁理士】****【氏名又は名称】** 内尾 裕一**【電話番号】** 03-3758-2111**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 011224**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9908388**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のショットが形成された基板をステージ上に設置し、該複数のショットから所定の複数のショットを選択し、選択したショット内（ショット番号を i とする）のアライメントマーク位置をアライメント検出光学系で検出することにより、該ステージ座標系に対する前記ショットの配列の位置ずれを、 x y 方向に対するシフト成分 (S_x, S_y)、 x y 方向に対する倍率成分 (B_x, B_y)、 x y 軸に対する回転成分 (θ_x, θ_y) の、6 成分に関して求める位置検出方法であって、

該アライメントマークの位置を第 1 の計測条件で計測するステップと、第 1 の計測条件とは異なる第 2 の計測条件で計測ステップと、第 1 の計測条件での計測値 ($M1i$) と第 2 の計測条件の計測値 ($M2i$) を用いて、該アライメントマークの位置 (Mi) を決定するステップを有する位置検出方法。

【請求項 2】 前記アライメントマークの位置 (Mi) を $Mi = M1i - \alpha \cdot (M1i - M2i)$ の算出式で求めていることを特徴とする請求項 1 の位置検出方法。

【請求項 3】 該 6 成分で基板の位置を補正した場合の該選択ショットの残差 Ri を求め、該基板の位置を補正後に該基板上の第 1 の評価マーク上に第 2 の評価マークを形成して、第 1 の評価マークに対する第 2 の評価マークの位置 Ki を該アライメント検出光学系とは別の検査装置で計測し、該第 1 の計測条件での計測値 $M1i$ と該第 2 の計測条件での計測値 $M2i$ の差分値 ($M1i - M2i$) と ($Ri + Ki$) の値から最小二乗法により近似直線を求め、その傾きを α とすることを特徴とする請求項 2 の位置検出方法。

【請求項 4】 該 6 成分で基板の位置を補正した場合に、該選択ショットの残差 Ri が最小になるように該 α の値を決定することを特徴とする請求項 2 の位置検出方法。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件と前記第 2 の計測条件の違いが、アライメント検出光学系のフォーカス条件であることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 4 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件と前記第 2 の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の照明系コーヒーレンシ条件であることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 7】 請求項 1 から請求項 4 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件と前記第 2 の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の開口数 (NA) 条件であることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 4 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件と前記第 2 の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の照明系偏光条件であることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 4 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件と前記第 2 の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の照明系波長条件であることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 10】 請求項 9 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件が、アライメント検出光学系の照明条件がブロードバンド光であり、前記第 2 の計測条件が、アライメント検出光学系の照明条件が単一波長であることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 11】 請求項 9 の位置検出方法であって、前記第 1 の計測条件が、単一波長の光の照明であり、前記第 2 の計測条件が、該第 1 の計測条件とは異なる波長の単一波長の光であることを特徴とする位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、位置検出方法および位置検出装置に関する。

【0002】

特に半導体露光装置におけるウエハのアライメントに関して有効なものである。

【0003】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造用の投影露光装置においては、回路の微細化及び高密度

化に伴い、レチクル面上の回路パターンをウエハ面上により高い解像力で投影露光できることが要求されている。回路パターンの投影解像力は投影光学系の開口数 (NA) と露光波長に依存するので、高解像度化の方法としては、投影光学系の NA を大きくする方法や露光波長をより短波長化する方法が採用されている。後者の方法に関し、露光光源は、g 線から i 線に移行し、更に i 線からエキシマレーザに移行しつつある。また、エキシマレーザにおいても、その発振波長が 248nm 及び 193nm の露光装置が既に実用化され使用されている。

【0004】

現在では発振波長を更に短波長化した、波長 157nm の VUV の露光方式、波長 13nm 付近の EUV 露光方式が次世代の露光方式の候補として検討されている。

【0005】

また、半導体デバイスの製造プロセスも多様化しており、露光装置の深度不足の問題を解決する平坦化技術として、CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセス等の技術導入も行われている。

【0006】

また、半導体デバイスの構造や材料も多種多様であり、例えば、GaAs、InP 等の化合物を組み合わせ構成した P-HEMT (Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor) や M-HEMT (Metamorphic-HEMT) や、SiGe、SiGeC 等を使用した HBT (Heterojunction Bipolar Transistor) が提案されている。

【0007】

一方、回路パターンの微細化に伴い、回路パターンが形成されているレチクルとそれが投影されるウエハとを高精度にアライメントすることも要求されており、その必要精度は回路線幅の 1/3 であり、例えば、現状の 180 nm デザインにおける必要精度はその 1/3 の 60nm である。

【0008】

露光装置においてアライメントは、レチクル上の回路パターンと同時にアライメントマークをウエハ上に露光転写し、次のレチクルの回路パターンをウエハ上に露光する際に、前記アライメントマークの位置を光学的に検出して、レチクルに対してウエハを位置決めすることにより行われる。アライメントの検出の手段

としては、顕微鏡によりアライメントマークを拡大して撮像し、そのマーク像の位置を検出する方法や、回折格子をアライメントマークとして用いて、その回折光を干渉させた干渉信号の位相を検出して、回折格子の位置の検出する方法等がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような半導体産業の現状において、露光装置を使用する上で、実素子ウエハでの重ね合わせ精度を向上させることは、半導体素子の性能および、製造の歩留まりを向上させるために必須の課題と言える。しかしながら、CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスなど特殊な半導体製造技術の導入により、回路パターンの構造は良いが、ウエハ間やショット間でアライメントマークの形状にばらつきが発生し、アライメントマーク構造が非対称となり、アライメント精度を劣化させる問題が多発している。

【0010】

これは、回路パターンの微細化に伴い、回路パターンとアライメントマークの線幅の差が大きくなって、成膜や、エッチング、CMPなどのプロセス条件が微細な回路パターン（線幅0.1-0.15 μ m）に最適化されるため、線幅の大きなアライメントマーク（線幅0.6-4.0 μ m）では、そのプロセス条件が外れるために生じる場合が多い。アライメントマークの線幅を回路パターンの線幅に合わせようとする、アライメントに用いる検出光学系の分解能が足りないため、信号強度またはコントラストが減少し、アライメント信号の安定性が悪化する。回路パターンと同等の線幅のアライメントマークを検出できる検出光学系にするには、大きなNA、短い波長のアライメント光源が必要となり、投影光学系なみの検出光学系になり、装置コストが上がるなど別の問題も新たに発生する。

【0011】

現在、このような状況になった場合には、プロセスの条件を変更して、アライメントマークと回路パターンの双方で適切な条件になるように、試行錯誤で条件出しを行ったり、アライメントマークの線幅を何種類か作製して露光評価して、もっとも良いと思われる線幅のアライメントマークを用いるようにしている。

【0012】

したがって、最適な条件（パラメータ）を決定するまでに膨大な時間を要していた。また、一旦パラメータが決定された後であっても、例えばプロセスエラーが発生した場合には、それに応じた製造プロセスの変更に伴って製造装置のパラメータを再度変更する必要がある場合があり、この場合にも膨大な時間を要する。更に今後は、回路パターンの微細化が進むと共に、新たな半導体プロセスの導入や、ウエハ径の300mm化などにより、回路パターンとアライメントマークの双方をウエハ全面で欠陥無く製造することがますます困難になると予想される。

【0013】

本発明は、上記の背景に鑑みてなされたものであり、半導体素子量産工程の露光装置のアライメントや重ね合わせ検査装置において、使用するマークがウエハ内で多少のばらつきがあった場合でも検出精度を劣化させることなく、高精度な位置検出方法および位置検出装置を達成するものである。

【0014】**【課題を解決するための手段】**

本発明によるアライメント方法は、以下の工程を有する。

【0015】

すなわち、

(1) 複数のショットが形成された基板をステージ上に設置し、該複数のショットから所定の複数のショットを選択し、選択したショット内（ショット番号を i とする）のアライメントマーク位置をアライメント検出光学系で検出することにより、該ステージ座標系に対する前記ショットの配列の位置ずれを、 x y 方向に対するシフト成分 (S_x, S_y)、 x y 方向に対する倍率成分 (B_x, B_y)、 x y 軸に対する回転成分 (θ_x, θ_y) の、6成分に関して求める位置検出方法であって、

該アライメントマークの位置を第1の計測条件で計測するステップと、第1の計測条件とは異なる第2の計測条件で計測ステップと、第1の計測条件での計測値 ($M1i$) と第2の計測条件の計測値 ($M2i$) を用いて、該アライメントマークの位置 (Mi) を決定するステップを有するようにしている。

【0016】

特に、

(1-1) 前記アライメントマークの位置(M_i)を $M_i = M_{1i} - \alpha \cdot (M_{1i} - M_{2i})$ の算出式で求めている。

【0017】

特に

(1-1-1) 該6成分で基板の位置を補正した場合の該選択ショットの残差 R_i を求め、該基板の位置を補正後に該基板上の第1の評価マーク上に第2の評価マークを形成して、第1の評価マークに対する第2の評価マークの位置 K_i を該アライメント検出光学系とは別の検査装置で計測し、該第1の計測条件での計測値 M_{1i} と該第2の計測条件での計測値 M_{2i} の差分値 ($M_{1i} - M_{2i}$) と ($R_i + K_i$) の値から最小二乗法により近似直線を求め、その傾きを α とするようになっている。

【0018】

特に、

(1-1-2) 該6成分で基板の位置を補正した場合に、該選択ショットの残差 R_i が最小になるように該 α の値を決定している。

【0019】

または、

(1-2) 前記第1の計測条件と前記第2の計測条件の違いが、アライメント検出光学系のフォーカス条件である。

【0020】

または、

(1-3) 前記第1の計測条件と前記第2の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の照明系コーヒーレンシ条件である。

【0021】

または、

(1-4) 前記第1の計測条件と前記第2の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の開口数 (NA) 条件である。

【0022】

または、

(1-5) 前記第1の計測条件と前記第2の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の照明系偏光条件である。

【0023】

または、

(1-6) 前記第1の計測条件と前記第2の計測条件の違いが、アライメント検出光学系の照明系波長条件である。

【0024】

特に、

(1-6-1) 前記第1の計測条件が、アライメント検出光学系の照明条件がブロードバンド光であり、前記第2の計測条件が、アライメント検出光学系の照明条件が単一波長である。

【0025】

または、

(1-6-2) 前記第1の計測条件が、単一波長の光の照明であり、前記第2の計測条件が、該第1の計測条件とは異なる波長の単一波長の光にしている。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

【0027】

図1は本発明の半導体露光装置の概略図である。なお、本発明のポイントとなる部分以外は図には図示していない。露光装置1は、ある回路パターンの描画されたレチクル10を縮小投影する縮小投影光学系11と前工程で下地パターンおよびアライメントマークの形成されたウエハ12を保持するウエハチャック13とウエハ12を所定の位置に位置決めするウエハステージ14と、ウエハ上のアライメントマークの位置を計測するアライメント検出光学系15等から構成されている。

【0028】

次に、アライメント検出の原理について説明する。図2はアライメント検出光

光学系15の主要構成要素を示したものである。図2は、x方向の位置を検出する光学系の例で、y方向についてはz軸周りに90度回転したものを用いれば良いので（アライメントマークもx方向用マークをz軸周りに90度回転したものを用いる）、x方向の検出系で説明することにする。アライメント検出光学系15は照明系15iと結像系15oで構成される。

【0029】

光源18からの照明光は、レンズ19で拡大され平行光とされ、再度レンズ22で集光される。可変な開口絞り20により照明光のコーヒーレンシ(σ)を調整する。アパーチャー23は、ウエハ22と共役な位置に置かれ、ウエハ12上のアライメントマークの周辺領域に不要な光が照明されないようにして視野絞りの役割をする。さて、レンズ22により集光された光は再度レンズ24で平行光にされ、ビームスプリッタ25で反射し、レンズ26を通り、ウエハ12上のアライメントマーク50を照明する。アライメントマーク50からの反射光はレンズ26、ビームスプリッタ25、レンズ27,28を通り、ビームスプリッタ30で分割され、それぞれラインセンサー32,34で受光される。可変な開口絞り29により、結像系の開口数(NA)を調整できる。アライメントマーク50は、100倍程度の結像倍率で拡大され、ラインセンサ32に結像される。一方、ラインセンサ34で受光される像は、ベストフォーカス位置から、光軸方向に故意にずらした位置に設置されており、ラインセンサ32がベストフォーカス像の信号を検出するのに対して、ラインセンサ34がデフォーカス像の信号を検出することができる。なお、センサ32,34は2次元エリアセンサを用いることもできる。

【0030】

アライメントマーク50としては、図3または図4の形状のマークを用いている。図3において、計測方向であるX方向に4 μ m、非計測方向であるY方向に20 μ mの矩形のマークをX方向に20 μ mピッチで4本並べている。マーク部はエッチングにより、断面構造は凹形状をしている。なお実際は、そのマーク上にレジストが塗布されているが、図には示していない。一方、図4のマークは、図3のマークの輪郭部分を0.6 μ mの線幅で置き換えた形状をしている。図3、図4のどちらのアライメントマークを用いても、アライメント検出系15のレンズのNAに入らな

い大きな角度でエッジ部での散乱光の発生や、エッジ部での散乱光での干渉により、ラインセンサー32,34で撮像された像は、図5のようになる。図3のアライメントマークはその輪郭部が暗く、図4のアライメントマークは凹部が暗く又は明るくなる。これは、明視野画像で多く観察される像であり、その特徴と言える。

【0031】

さて、このように撮像されたアライメントマークの画像はアライメント信号処理手段16を用いて以下のように処理される。本実施例で用いるアライメントマーク位置の算出には、テンプレートマッチング法を用いている。テンプレートマッチングは、図6のSで示す取得した信号と予め装置で持っているテンプレート（図6のT）との相関演算で、最も相関の高い位置を位置合わせマークの中心として検出する。図6のEで示す相関値の関数において、ピーク画素から左右に数画素の領域の重心画素位置を求めることにより、1/10から1/50画素の分解能を達成できる。

【0032】

テンプレートマッチングは次式で表される。

【外1】

$$E(X) = \frac{1}{\sum_{j=-k}^k [S(X+j) - T(j)]^2} \quad (1)$$

【0033】

ここで、Sはセンサーで取得した信号、Tはテンプレート、Eは相関結果である。

【0034】

信号S、テンプレートT、相関値Eの関係を図示すると、図6のようになる。図6では4本のアライメントマークの内、1本のアライメントマーク像についての処理方法を示している。以下同様に他の3本のアライメントマーク像について

も、テンプレートマッチングにより、各マーク像のセンサー上での位置を検出する。テンプレートマッチングにより、マーク像の位置 $X1(n)$, $X2(n)$, $X3(n)$, $X4(n)$ を求める（単位は画素）。ここで n はテンプレート番号である。その後各マークの平均位置

$$Xa(n)=[X1(n)+X2(n)+X3(n)+X4(n)]/4 \quad (2)$$

を求める。各テンプレートで求めたウエハ上のアライメントマーク50の位置ずれ $Xw(n)$ は、アライメントスコープ15の結像倍率を M 、エリアセンサー23のアライメント計測方向の画素ピッチを Px とすれば、

$$Xw(n) = Xa(n) / (Px \cdot M) \quad (3)$$

として求められる。(3)式に基づいて、ラインセンサ32で得られたベストフォーカス像信号からのアライメントマークの位置ずれ量 $X1$ と、ラインセンサ34からのアライメントマークの位置ずれ量 $X2$ を求める。

【0035】

この2つの位置ずれ計測値を用いて、アライメントマーク位置 X を決定しているが、この処理方法については、後で詳細に述べることにする。

【0036】

続いて、アライメントマークの位置計測値をもとにして、ウエハのアライメントを行う方法を述べる。本発明では、グローバルアライメント(AGA:Advanced Global Alignment)を適用している。グローバルアライメントでは、ウエハ上の全チップ(ショット)の内、数ショットを選択して(選択したショットをサンプルショットと呼ぶ)、そのショット内にあるアライメントマークの位置を検出して行われる。

【0037】

図7は、露光装置1のウエハステージの xy 座標系に対して、ウエハ上のショット配列がずれている様子を示している。ウエハのずれとしては、 x 方向のシフト Sx と y 方向のシフト Sy と x 軸に対する傾き θx と y 軸に関する傾き θy と、 x 方向の倍率 Bx 、 y 方向の倍率 By の6つのパラメータで記述できる。なお、 Bx 、 By は露光装置のウエハステージ送りを基準に、ウエハの伸縮を表し、半導体プロセスの成膜やエッチング等でウエハに熱を加えることにより引き起こされる。

【0038】

ここで、上述の方法により計測したAGAの各サンプルショットの計測値を A_i (i は計測ショットNo)、すなわち

【外2】

$$A_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} \quad (4)$$

【0039】

とし、

サンプルショットのアライメントマーク設計位置座標を D_i として、

【外3】

$$D_i = \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \end{bmatrix} \quad (5)$$

【0040】

と記述する。

【0041】

AGAでは、先に示したウエハの位置ずれを表す6つのパラメータ (S_x 、 S_y 、 θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y) を用いて、以下の1次の座標変換 D'_i を行う。

【外4】

$$D'_i = \begin{bmatrix} B_x & -\theta_y \\ \theta_x & B_y \end{bmatrix} D_i + \begin{bmatrix} S_x \\ S_y \end{bmatrix} \quad (6)$$

【0042】

上の式では、簡単のため θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y は微小量であるため $\cos \theta = 1$ 、 $\sin \theta = \theta$ 、 $\theta_x * B_x = \theta_x$ 、 $\theta_y * B_y = \theta_y$ 等の近似を用いた。

【0043】

図8には、(6)式の1次の座標変換を行う様子を示している。 W で示す位置にウエハ上のアライメントマークがあり、設計上の位置である M の位置から A_i だ

けずれており、座標変換 $D'i$ を行うとウエハ上のアライメントマークの位置ずれ（残差）は Ri になる。

【外 5】

$$Ri = (Di + Ai) - D'i \quad (7)$$

【0044】

AGAでは各サンプルショットでの残差 Ri が最小になるように最小2乗法を適用している。すなわち、残差 Ri の平均2乗和を最小とする（ Sx 、 Sy 、 θx 、 θy 、 Bx 、 By ）を算出する。

【外 6】

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Ri|^2$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \begin{pmatrix} xi \\ yi \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} Bx-1 & -\theta y \\ \theta x & By-1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Xi \\ Yi \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Sx \\ Sy \end{pmatrix} \right|^2 \quad (8)$$

$$\begin{pmatrix} \delta V / \delta Sx \\ \delta V / \delta Sy \\ \delta V / \delta Rx \\ \delta V / \delta Ry \\ \delta V / \delta Bx \\ \delta V / \delta By \end{pmatrix} = 0 \quad (9)$$

【0045】

8、9式に、各サンプルショットでの計測値（ xi, yi ）、及びアライメントマーク設計位置（ Xi, Yi ）を代入して、AGAパラメータ（ Sx 、 Sy 、 θx 、 θy 、 Bx 、 By ）を求めて、このAGAパラメータをもとに、ウエハ12上の各ショットの位置合わせを行った後に露光が実施される。

【0046】

次に、アライメントマーク50の形状に非対称性誤差があった場合の、ベスト

フォーカス信号とデフォーカス信号の位置ずれ計測値の変化について説明する。図 9 に、アライメントマークの断面形状モデルを示す。初めに、左側側壁の傾斜角 (P1-P2) と左側側壁の傾斜角 (P3-P4) に角度差がある場合について、アライメントマーク像を計算して、続いて、P2 と P3 の中心位置からの計測誤差 ϵ をベストフォーカス信号とデフォーカス信号について、テンプレートマッチング法を用いて、(3) 式より求めた結果を図 10 に示す。アライメント検出光学系の条件は、開口数 (NA)=0.4、 $\sigma=0.9$ 、TE 偏光 (電場方向が紙面に垂直)、波長が He-Ne レーザーの 633nm であり、ベストフォーカス位置と、ウエハ 12 面が 1.5 μm デフォーカスした場合の計算結果である。図 10 に示すように、左右側壁角度差に比例して、計測誤差が大きくなっており、更に、ベストフォーカス信号とデフォーカス信号では、左右側壁角度差の変化に対する計測誤差の変化率に差が生じている。このように「マークの非対称性に対する計測値変化の敏感度が、2 つの計測条件で異なること」が本発明の重要なポイントである。すなわち、2 つの計測条件で計測された位置ずれ量の差分値が、対象性の良いマークではゼロであるのに対して、非対称性が大きくなるに従い、この差分値も比例して大きくなるという結果を利用している。第 1 の計測条件 (ベストフォーカス信号) の計測値を M1、第 2 の計測条件 (デフォーカス信号) の計測値を M2 とすると、真の位置ずれ量 (図 9 で示す P2 と P3 の中点のずれ量) M は、

$$M = M1 - \alpha \cdot (M1 - M2) \quad (10)$$

と表すことができる。ここで α は、非対称性誤差補正係数である。

【0047】

続いて、この非対称性誤差補正係数 α を求める方法について説明する。第 1 の方法は、先に説明した AGA (グローバルアライメント) の際に、第 1 の計測条件および第 2 の計測条件で各サンプルショットを計測し、それぞれの各ショットの計測値および残差 R_i を記憶しておき、第 1 の計測条件で計測した計測値のみを用いて、8、9 式に、各サンプルショットでの計測値 (x_i, y_i)、及びアライメントマーク設計位置 (X_i, Y_i) を代入して、AGA パラメータ ($S_x, S_y, \theta_x, \theta_y, B_x, B_y$) を求めて、この AGA パラメータをもとに、ウエハ 12 上の各ショットの位置合わせを行った後に露光を行う。この時、ウエハ 12 上に、アライメントマ

ーク 50 と同時に第 1 の重ね合わせ評価マークを形成しておいて、AGA アライメント後にレチクル 10 上の第 2 の重ね合わせ評価マークを、第 1 の重ね合わせ評価マーク上のレジストに露光転写する。この第 1、第 2 の重ね合わせ評価マークの位置ずれ量を AGA のサンプルショットについて重ね合わせ精度評価装置を用いて計測する。図 11 にこれらの計測値の関係を示す。AGA により計測された補正残量 R_i と (i はショット No)、重ね合わせ精度検査装置により計測された計測値 K_i (i はショット No) の関係は、逆符号で一致すべきであるが、アライメントマークの非対称性がある場合には非対称性による騙せれ成分 ϵ_i だけ異なる関係となる。騙せれ成分 ϵ_i は $\epsilon_i = R_i + K_i$ (i はショット No) として求めることができる。次にこの騙され成分 ϵ_i と、第 1 計測条件での計測値 M_{1i} と第 2 計測条件での計測値 M_{2i} の差分値 $dM_i (=M_{1i}-M_{2i})$ との関係を求める。図 12 には、 dM_i と ϵ_i の各ショットの値の相関図と最小二乗法により求めた近似直線を示している。このように差分値 ($M_{1i}-M_{2i}$) と、騙せれ成分 ($R_i + K_i$) から、最小二乗法により近似直線を求め、その傾きを α としている。この方法は、重ね合わせ検査装置を基準に補正係数 α の値を決定している。また、重ね合わせ検査装置を用いるかわりに、電測 (電気測定) と呼ばれる電氣的な特性を基に露光後のオフセット量 K_i を求める方法や測長 SEM を用いて K_i をも求める方法等の応用も当業者なら容易であろう。

【0048】

さて、先の方法はアライメント後に露光して、その露光ウエハを基準となる重ね合わせ装置などの検査装置で検定して、補正係数 α を求める方法を示したが、AGA の残差 R_i が最小になるような α を求めることにしても良い。すなわち、補正係数 α の値を任意に設定して、10 式により各ショットのアライメントマーク位置ずれ量を設定して、(8)、(9) 式に代入して AGA パラメータ (S_x , S_y , θ_x , θ_y , B_x , B_y) を求めて、(7) 式により、補正残 R_i を求め、その標準偏差 (σ) を求める (または最大値で良い)。このように補正係数の値を変化させて同様の処理を繰り返し、残差 R_i が最小になる値を求めるようにする。

【0049】

残差が一番小さくなる組合せを用いる理由は、残差量は半導体プロセスにより

引き起こされた非線型な歪みとアライメント計測誤差（アライメント精度のウエハステージ配列精度の和）の和になり、同一ウエハでは非線型な歪み成分は一定なので、残差が小さくなるほどアライメント計測精度が良くなるからである。なお、先に示した2つの方法を組み合わせて、半導体製造工程のロットの先頭ウエハ（または先頭の数枚）について、重ね合わせ検査装置等の検査装置を用いて、補正係数 α を決定しておいて、次のウエハからは、先頭ウエハで決定された α の値の近傍の値で残差Rが最小となるように、補正係数を微調整するようにしてもよい。

【0050】

最後に図13のフローチャートを用いて、本発明のアライメントシーケンスを説明する。ステップ50でウエハ上のどのショットをAGAの計測ショットにするかを設定する。続いてステップ51で上述の方法により求めた補正係数 α の値を設定する。ステップ52でウエハステージ上に搭載されたウエハ上のサンプルショット内のアライメントマークをアライメント検出系の下に位置決めする。ステップ53ではアライメント検出系で第1の計測条件でアライメントマークの像を取得する。ステップ54では取得したアライメントマーク像から位置ずれ量M1を算出し、露光装置内に記憶する。ステップ55ではアライメント検出系で第2の計測条件でアライメントマークの像を取得する。ステップ56では取得したアライメントマーク像から位置ずれ量M2を算出し、露光装置内に記憶する。次に、ステップ57ではステップ50で設定された情報をもとに、計測すべきサンプルショットがまだ有るかを判断し、まだ有る場合にはステップ52に戻り、全てのサンプルショットで計測および信号処理を行う。

【0051】

ステップ58で、ステップ51で設定された補正係数 α と、ステップ54の第1の計測条件での計測値M1とステップ56の第2の計測条件での計測値M2とを用いて、 $M_i = M_{1i} - \alpha (M_{1i} - M_{2i})$ の式より、マークの位置ずれ量 M_i を求める（ここでiはショットNo）。ステップ59で計算されたAGA計測値にもとづいて、露光系に位置合わせされ、ステップ60でレチクル上のパターンがウエハ上に露光転写される。

【0052】

また、アライメントマーク像の位置を求める処理としては、先に示したテンプレートマッチングの他に、次のような方法も適用できる。図14は、図5のアライメントマーク像の一部を拡大したものであり、信号の左半分を折り返しテンプレートとしている。

【外7】

$$E(x) = \frac{1}{\sum_{j=a}^b |S(X-j) - S(X+j)|} \quad (11)$$

【0053】

式11は信号波形の左半分をテンプレートと見なしたときの相関値である。最も相関の高い位置を位置合わせマークの中心として検出する。相関値の関数において、ピーク画素から左右に数画素の領域の重心画素位置を求めることにより、1/10から1/50画素の分解能を達成できる。以下同様に他の3本のアライメントマーク像についても、各マーク像のセンサー上での位置を検出する。その後、式2にもとづき各マークの平均位置 $X_a(n)$ を求め、ウエハ上のアライメントマーク30の位置ずれ $X_w(n)$ を3式より求める。

【0054】

(発明のその他の実施例)

続いて、本発明の第2の実施形態を説明する。第1の実施形態では、2つの計測条件として、ベストフォーカス信号とデフォーカス信号とを用いる例を示したが、本実施例では、異なるコヒーレンシ(σ)の照明系を用いることにより、アライメントマークの非対称性に対する敏感度を変える方法の例である。図15にこの方法の根拠となるシミュレーション結果を示す。図15は、図9のアライメントマークの断面形状モデルで、左側側壁の傾斜角(P1-P2)と左側側壁の傾斜角(P3-P4)に角度差がある場合について、初めにアライメントマーク像を計算して、次にP2とP3の中心位置からの位置ずれ量 ϵ を、異なるコヒーレンシについて、テンプレートマッチング法を用いて、(3)式より求めた結果である。検出光学系の条件は、開口数(NA)=0.4、ベストフォーカス、TE偏光(電場方向が紙面

に垂直)、波長がHe-Neレーザーの633nmであり、 $\sigma=0.9$ の場合と $\sigma=0.2$ の場合の計算結果である。図15に示すように、 $\sigma=0.9$ の信号と $\sigma=0.2$ の信号では、左右側壁角度差の変化に対する計測誤差の変化率に差が生じている。第1の計測条件($\sigma=0.9$ の信号)の計測値をM1、第2の計測条件($\sigma=0.2$ の信号)の計測値をM2とすると、真の位置ずれ量は、(10)式で求めることができる。

【0055】

本実施例の露光装置は図1に示す通りであり、アライメント検出系15が第1実施例と異なるため、このアライメント検出系の構成について説明する。図16は、本実施例で使用するアライメント検出系の主要構成部を示したものである。アライメント検出光学系15は照明系15iと結像系15oで構成され、光源18からの照明光は、レンズ19で拡大され平行光とされ、再度レンズ22で再度集光される。可変な開口絞り22により照明光のコヒーレンシ(σ)を調整する。絞り23は、ウエハ22と共役な位置に置かれ、ウエハ22上のアライメントマークの周辺領域に不要な光が照明されないようにしている。さて、レンズ22により集光された光は再度レンズ24で平行光にされ、ビームスプリッタ25で反射し、レンズ26を通り、ウエハ12上のアライメントマーク50を照明する。アライメントマーク50からの回折光はレンズ26、ビームスプリッタ25、レンズ27を通り、レンズ27,28を通り、ラインセンサ32で受光される。可変な開口絞り29により、結像系の開口数(NA)を調整できる。アライメントマーク50は、100倍程度の結像倍率で拡大され、ラインセンサー32に結像される。可変な開口絞り20により、照明系のコヒーレンシ(σ)を0.9および0.2の2通りにシーケンシャルに切り替えることにより、第1計測条件すなわち、 $\sigma=0.9$ の信号および、第2計測条件すなわち $\sigma=0.2$ の信号をラインセンサ32により取得するようにしている。

【0056】

なお、補正係数 α の決定方法およびAGA(グローバルアライメント)の方法などは、第1の実施例の同じなので説明を省略する。

【0057】

続いて、本発明の第3の実施形態を説明する。本実施例では、異なる開口数(NA)の受光系を用いることにより、アライメントマークの非対称性に対する敏感

度を変える方法の例である。図 17 にこの方法の根拠となるシミュレーション結果を示す。図 17 は、図 9 のアライメントマークの断面形状モデルで、左側側壁の傾斜角 (P1-P2) と左側側壁の傾斜角 (P3-P4) に角度差がある場合について、初めにアライメントマーク像を計算して、続いて P 2 と P3 の中心位置からの位置ずれ量 ϵ を異なる開口数の信号について、テンプレートマッチング法を用いて、(3) 式より求めた結果である。検出光学系の条件は、 $\sigma=0.9$ ベストフォーカス、TE 偏光 (電場方向が紙面に垂直)、波長が He-Ne レーザーの 633nm であり、開口数 (NA)=0.4、の場合と NA=0.6 の場合の計算結果である。図 17 に示すように、NA0.4 の信号と NA0.6 の信号では、左右側壁角度差の変化に対する計測誤差の変化率に差が生じている。第 1 の計測条件 (NA0.4 の信号) の計測値を M 1、第 2 の計測条件 (NA0.6 の信号) の計測値を M 2 とすると、真の位置ずれ量は、(10) 式で表すことができる。

【0058】

本実施例の露光装置は図 1 に示す通りであり、アライメント検出系 15 が第 1 実施例と異なるため、このアライメント検出系の構成について説明する。図 18 は、本実施例で使用するアライメント検出系の主要構成部を示したものである。アライメント検出光学系 15 は照明系 15i と結像系 15o で構成され、光源 18 からの照明光は、レンズ 19 で拡大され平行光とされ、再度レンズ 22 で再度集光される。可変な開口絞り 22 により照明光のコーヒールンシ (σ) を調整する。絞り 23 は、ウエハ 22 と共役な位置に置かれ、ウエハ 22 上のアライメントマークの周辺領域に不要な光が照明されないようにしている。さて、レンズ 22 により集光された光は再度レンズ 24 で平行光にされ、ビームスプリッタ 25 で反射し、レンズ 26 を通り、ウエハ 12 上のアライメントマーク 50 を照明する。アライメントマーク 50 からの回折光はレンズ 26、ビームスプリッタ 25、レンズ 27, 28 を通り、ビームスプリッタ 30 で分割され、それぞれラインセンサー 32, 34 で受光される。可変な開口絞り 29 および可変な開口絞り 35 により、結像系の開口数 (NA) を調整できる。アライメントマーク 50 は、100 倍程度の結像倍率で拡大され、NA0.6 の信号としてラインセンサー 32 に結像される。一方、ラインセンサー 34 で受光される像は、可変な開口絞り 35 により NA0.4 の信号として検出することができる。

【0059】

なお、補正係数 α の決定方法およびAGA（グローバルアライメント）の方法などは、第1の実施例の同じなので説明を省略する。

【0060】

続いて、本発明の第4の実施形態を説明する。本実施例では、異なる偏光の照明系を用いることにより、アライメントマークの非対称性に対する敏感度を変える方法の例である。図19に、アライメントマークの断面形状モデルを示す。このモデルは、図4に示すようなアライメントマークであり、マークの下面（底面）に傾斜がある場合の計測誤差を異なる偏光で入射した信号について、テンプレートマッチング法により、(3)式より求めた結果を図20に示す。図20は、図19のアライメントマークの断面形状モデルで、下面に傾斜がある場合について、初めにアライメントマーク像を計算して、続いて、計測誤差 ε を異なる偏光の信号について、テンプレートマッチング法を用いて、(3)式より求めた結果である。検出光学系の条件は、開口数(NA)=0.4、 σ =0.9、ベストフォーカス、波長がHe-Neレーザーの633nmであり、照明光の偏光がTE偏光（電場方向が紙面に垂直）とTM偏光の場合の計算結果である。図20に示すように、TE偏光の信号とTM偏光の信号では、下面の傾斜角度の変化に対する計測誤差の変化率に差が生じている。第1の計測条件（TE偏光の信号）の計測値をM1、第2の計測条件（TM偏光の信号）の計測値をM2とすると、真の位置ずれ量は、(10)式で表すことができる。

【0061】

本実施例の露光装置は図1に示す通りであり、アライメント検出系15が第1実施例と異なるため、このアライメント検出系の構成について説明する。図21は、本実施例で使用するアライメント検出系の主要構成部を示したものである。アライメント検出光学系15は照明系15iと結像系15oで構成され、光源18からの照明光は、レンズ19で拡大され平行光とされ、偏光ビームスプリッタ36で二分され、反射したS偏光（TE偏光）の光はミラー37で反射し、偏光ビームスプリッタ39に入射する。また、偏光ビームスプリッタ36を透過したP偏光（TM偏光）の光は、ミラー38で反射して、偏光ビームスプリッタ39に入射する。こ

うして、偏光ビームスプリッタ 39 により結合された光は、再度レンズ 22 で集光される。可変な開口絞り 20 により照明光のコーヒーレンシ (σ) を調整する。絞り 23 は、ウエハ 22 と共役な位置に置かれ、ウエハ 12 上のアライメントマークの周辺領域に不要な光が照明されないようにしている。さて、レンズ 22 により集光された光は再度レンズ 24 で平行光にされ、ビームスプリッタ 25 で反射し、レンズ 26 を通り、ウエハ 12 上のアライメントマーク 50 を照明する。アライメントマーク 50 からの回折光はレンズ 26、ビームスプリッタ 25、レンズ 27、28 を通り、偏光ビームスプリッタ 45 で分割され、それぞれラインセンサー 32、34 で受光される。可変な開口絞り 29 により、結像系の開口数 (NA) を調整できる。アライメントマーク 50 は、100 倍程度の結像倍率で拡大され、偏光ビームスプリッタ 45 を透過した光は P 偏光 (TM 偏光) の信号としてラインセンサー 32 に結像される。一方、偏光ビームスプリッタ 45 で反射した光はラインセンサー 34 で受光され、S 偏光 (TE 偏光) の信号として検出することができる。

【0062】

なお、補正係数 α の決定方法および A G A (グローバルアライメント) の方法などは、第 1 の実施例の同じなので説明を省略する。

【0063】

続いて、本発明の第 5 の実施形態を説明する。本実施例では、照明条件を波長幅を持たせたブロードバンド光 (BB 光) と単波長の He-Ne レーザをの 2 種類を用いることにより、アライメントマークの非対称性に対する敏感度を変える方法の例である。図 22 に、アライメントマークの断面形状モデルを示す。このモデルは、対称な下地マーク (P1-P2-P3-P4) の上のレジスト膜 (P5-P6-P7-P8) が塗布むらの影響で非対称になった場合のモデルである。図 23 は、レジストの左側スロープ (P5-P6) と右側スロープ (P7-P8) の傾斜角が異なる場合について、アライメントマーク像をシミュレーションして計測誤差 ε をブロードバンド光と単波長の信号について、テンプレートマッチング法により、(3) 式より求めた結果である。検出光学系の条件は、開口数 (NA) = 0.4、 σ = 0.9、ベストフォーカス、照明光の偏光が TE 偏光、波長が He-Ne レーザーの 633nm の場合と、波長が 580nm から 680nm までのブロードバンド光で照明した場合の結果である。図 23 に示すように単波長の

信号とブロードバンド光の信号では、レジスト表面の左右傾斜角度の変化に対する計測誤差の変化率に差が生じている。第1の計測条件（BB光の信号）の計測値をM1、第2の計測条件（He-Ne波長の信号）の計測値をM2とすると、真の位置ずれ量は、(10)式から求めることができる。

【0064】

本実施例の露光装置は図1に示す通りであり、アライメント検出系15が第1実施例と異なるため、このアライメント検出系の構成について説明する。図24は、本実施例で使用するアライメント検出系の主要構成部を示したものである。アライメント検出光学系15は照明系15iと結像系15oで構成され、He-Neレーザ光源18からの照明光は、レンズ19で拡大され平行光とされ、ビームスプリッタ42に入射する。一方、ブロードバンド光源40からの照明光は、レンズ41で拡大され平行光とされてビームスプリッタ42に入射する。ビームスプリッタ42でそれぞれの光源18,40で出射した両光束が同一光路を通るように結合される。ビームスプリッタ42を出射した光は、再度レンズ22で集光される。可変な開口絞り20により照明光のコーヒーレンシ(σ)を調整する。絞り23は、ウエハ22と共役な位置に置かれ、ウエハ12上のアライメントマークの周辺領域に不要な光が照明されないようにしている。さて、レンズ22により集光された光は再度レンズ24で平行光にされ、ビームスプリッタ25で反射し、レンズ26を通り、ウエハ12上のアライメントマーク50を照明する。アライメントマーク50からの回折光はレンズ26、ビームスプリッタ25、レンズ27,28を通り、ラインセンサー32で受光される。可変な開口絞り29により、結像系の開口数(NA)を調整できる。アライメントマーク50は、100倍程度の結像倍率で拡大されラインセンサー32に結像される。照明光は、シーケンシャルに切り替えられ、He-Ne波長照明時の信号と、ブロードバンド光照明時の信号の2つを得ることができる。本実施例では、ブロードバンド光(BB光)と単波長のHe-Neレーザを用いる例を示したが、図24においてブロードバンド光源の代わりに、488nmのArレーザを用いて、異なる照明波長で照明して2つの信号を取得するようにしても良い。

【0065】

なお、補正係数 α の決定方法およびAGA（グローバルアライメント）の方法

などは、第1の実施例の同じなので説明を省略する。

【0066】

これまでに、アライメント計測条件のフォーカス、 σ 、NA、偏光、波長（単波長とBB光）などを変えることにより、アライメントマークの非対称性に対する敏感度が異なることを説明してきた。実施例としては、それぞれ単独に条件を変える方法で説明してきたが、2つの計測条件で、上に挙げた種々のパラメータを用いて任意の組合せを用いても同様の効果が達成できることは明らかであり、そのようなアライメント検出系の構成を考えることは、本明細書に記載のアライメント検出系をもとにすれば当業者なら容易である考えられる。

【0067】

続いて、同一の半導体プロセス工程のウエハを複数の露光装置でのアライメント検出光学系に適用する方法について説明する。このような場合、アライメント検出光学系に起因する計測誤差TIS(Tool Induced Shift)を管理しておく必要がある。TISの主な原因はアライメント検出光学系の非対称収差であり、特にコマ収差と、照明系のテレセン度（ウエハに対する主光線の垂直度）の2つが起因している。このTISが大きいアライメント検出光学系では、アライメントマークの非対称性が拡大して大きな計測誤差を生じてしまう場合がある。したがって、複数の露光装置を使用する場合は露光装置内のアライメント検出光学系のTISを管理し、所定閾値内のTISを持つアライメント検出光学系を備えた露光装置には、同じ非対称性誤差補正係数 α を適用し、閾値を超えるTISのアライメント検出光学系を備えた露光装置は、別途補正係数 α を前述の方法により求めるようにするのが好ましい。

【0068】

【発明の効果】

本発明は、グローバルアライメントを実行する上で、ショット間やウエハ間でアライメントマークの構造の非対称性に、ばらつきがある場合においても、2つの異なる計測条件で計測した計測値をもとに、その非対称性に伴う計測誤差を補正することが可能になるため、半導体プロセスによるアライメントマークの構造変化などに影響を受けにくくなり、アライメント精度を向上させることができ、

半導体素子製造工程において歩止まりを向上させることができる。また、アライメントマークの形状を安定化させるために必要だった半導体プロセスの条件出しの時間を短縮化できるため、半導体素子製造の生産性も向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による半導体露光装置の管理システムの実施例を示す図。

【図 2】

本発明によるアライメントスコープを示す図。

【図 3】

本発明によるアライメントマークの第一の例を示す図。

【図 4】

本発明によるアライメントマークの第二の例を示す図。

【図 5】

アライメント信号の例を示す図。

【図 6】

本発明の第 1 実施例のテンプレートマッチング法を示す図。

【図 7】

グローバルアライメントを説明するための図。

【図 8】

線形座標変換と補正残差を示す図。

【図 9】

本発明の第 1 実施例の説明で用いる非対称マークモデル。

【図 1 0】

本発明の第 1 実施例のマーク非対称性と計測誤差の関係を示す図。

【図 1 1】

アライメント計測値と重ね検査装置計測値と計測誤差の関係を説明する図。

【図 1 2】

非対称エラーの補正值の算出方法を示す図。

【図 13】

本発明のアライメントシーケンスを示す図。

【図 14】

本発明の第2の信号処理方法を示す図。

【図 15】

本発明の第2実施例のマーク非対称性と計測誤差の関係を示す図。

【図 16】

本発明の第2実施例のアライメント検出系を示す図。

【図 17】

本発明の第3実施例のマーク非対称性と計測誤差の関係を示す図。

【図 18】

本発明の第3実施例のアライメント検出系を示す図。

【図 19】

本発明の第4実施例の説明で用いる非対称マークモデル。

【図 20】

本発明の第4実施例のマーク非対称性と計測誤差の関係を示す図。

【図 21】

本発明の第4実施例のアライメント検出系を示す図。

【図 22】

本発明の第5実施例の説明で用いる非対称マークモデル。

【図 23】

本発明の第5実施例のマーク非対称性と計測誤差の関係を示す図。

【図 24】

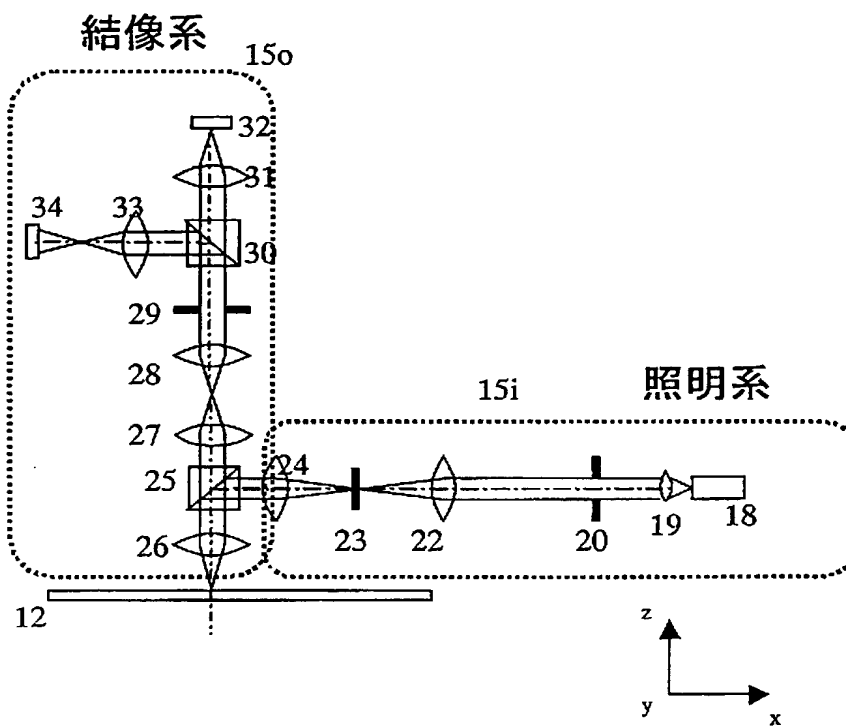
本発明の第5実施例のアライメント検出系を示す図。

【符号の説明】

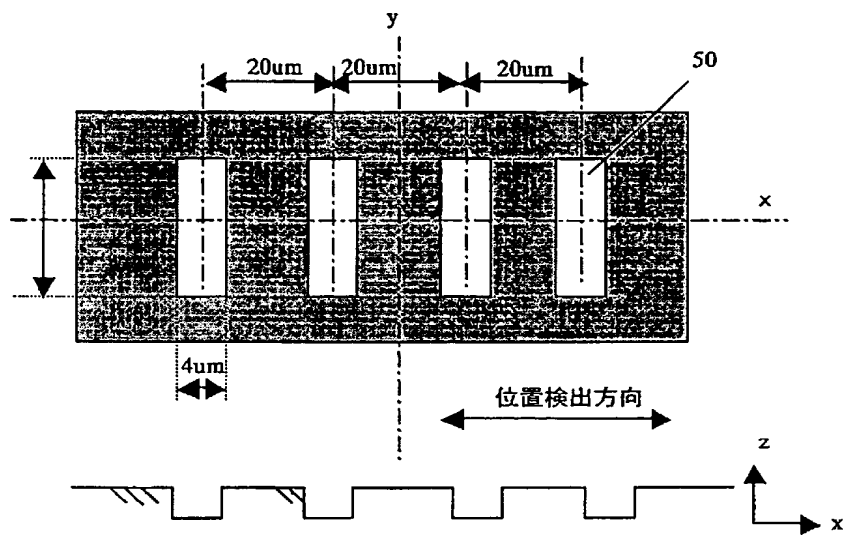
- 1 半導体露光装置
- 10 レチクル
- 11 縮小投影光学系
- 12 ウエハ

- 1 3 ウエハチャック
- 1 4 ウエハステージ
- 1 5 アライメントスコープ
- 1 6 アライメント信号処理部
- 1 7 中央処理装置
- 1 8 アライメント用光源
- 2 5, 3 0, 4 2 ビームスプリッタ
- 2 0, 2 9, 3 5 開口絞り
- 1 9, 2 2, 2 4, 2 6, 2 7, 2 8, 3 1, 3 3, 4 1 レンズ
- 3 2, 3 4 ラインセンサ
- 3 6, 3 9, 4 5 偏光ビームスプリッタ
- 3 7, 3 8 ミラー
- 4 0 ブロードバンド光源
- 5 0 アライメントマーク

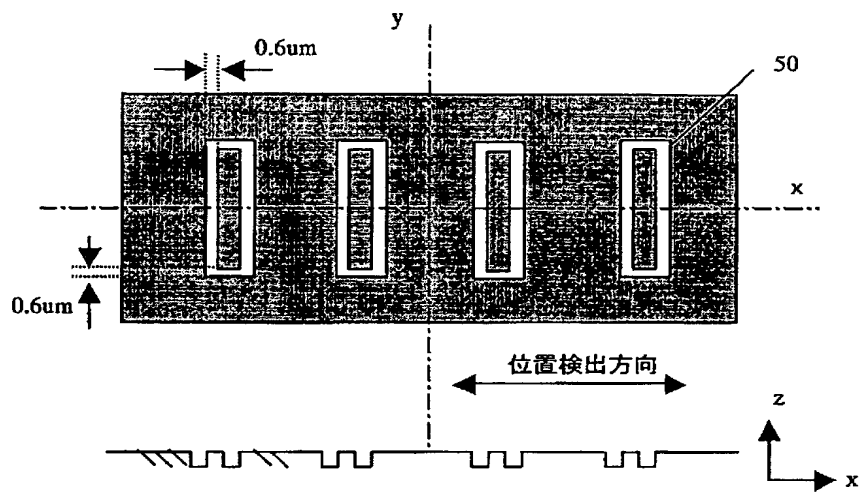
【図 2】



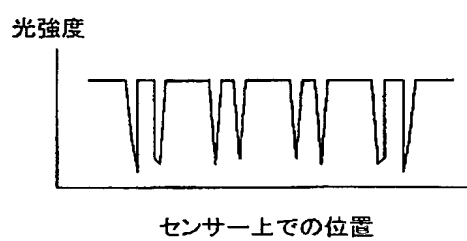
【図 3】



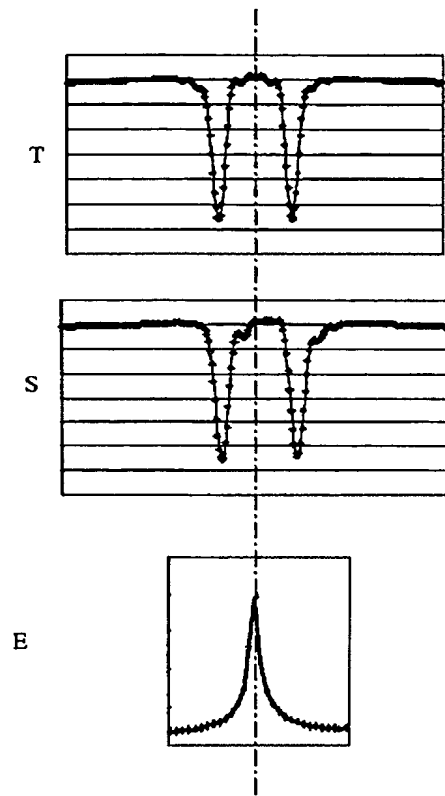
【図 4】



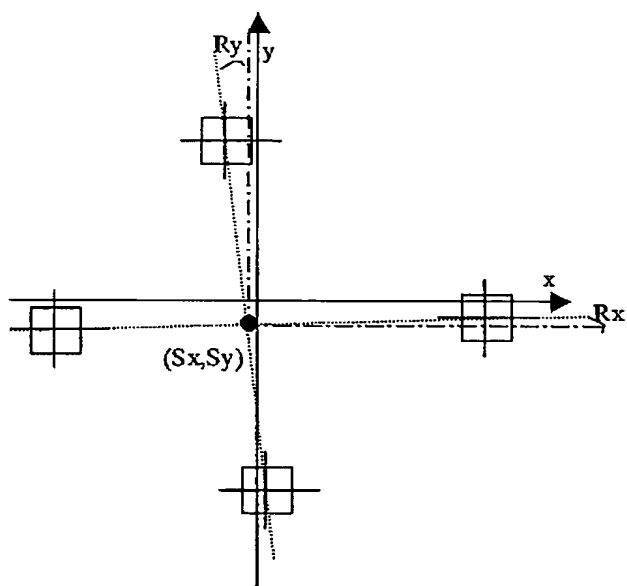
【図 5】



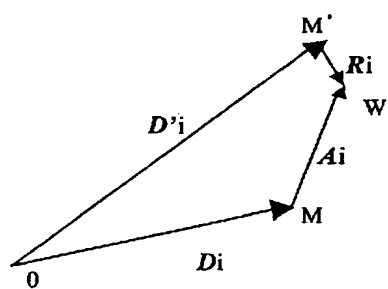
【図 6】



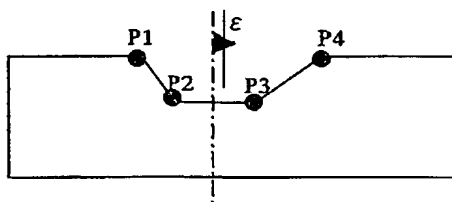
【図 7】



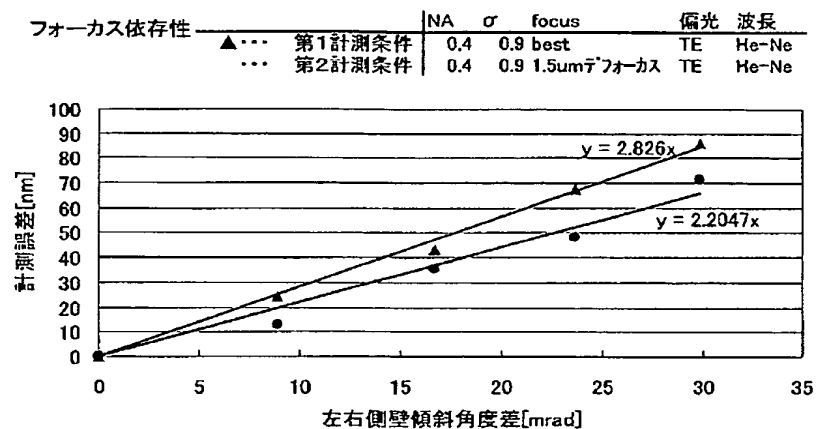
【図 8】



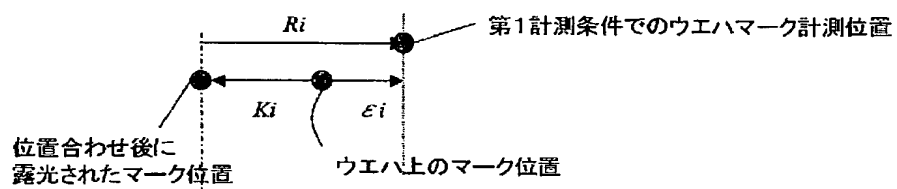
【図 9】



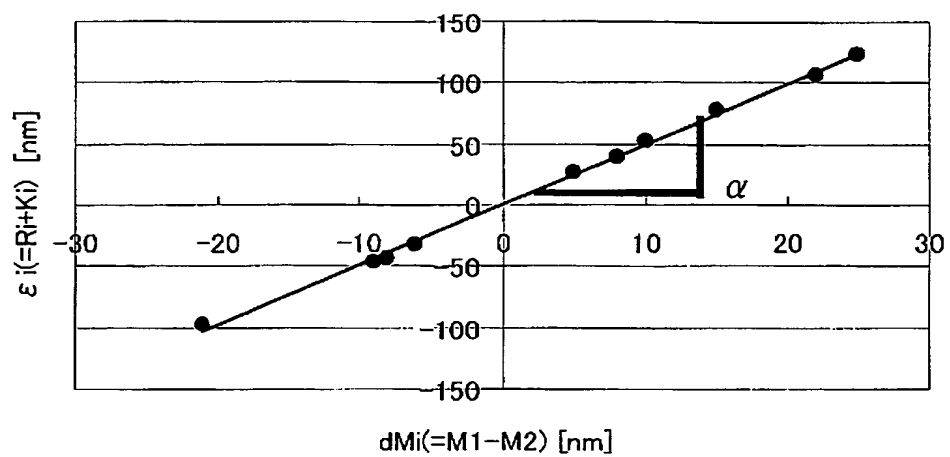
【図 10】



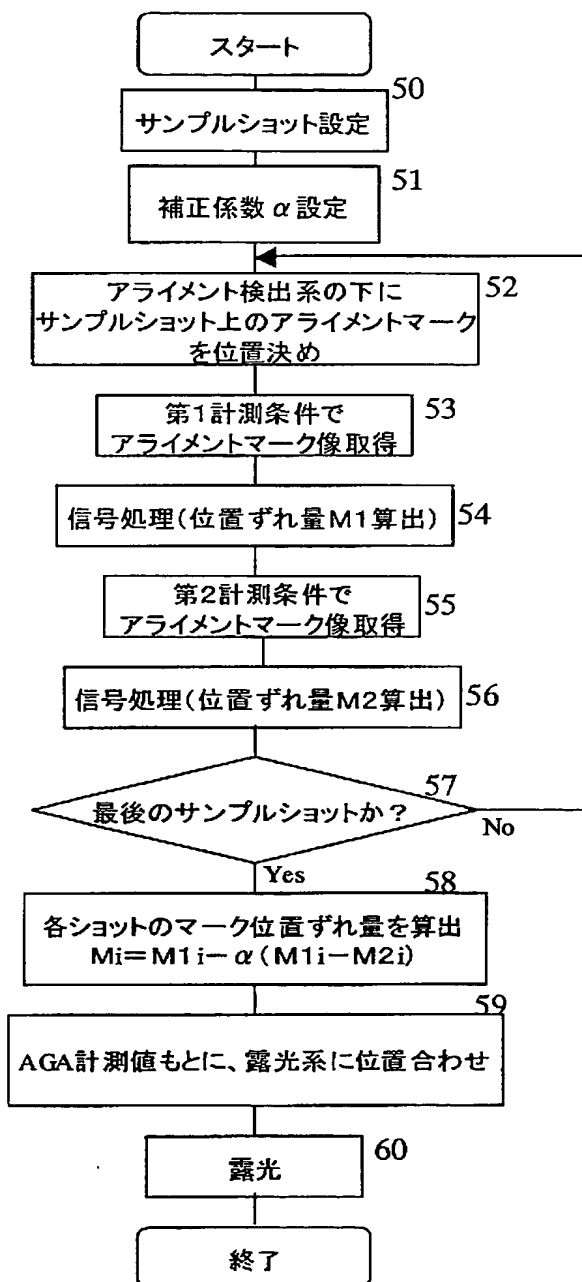
【図 11】



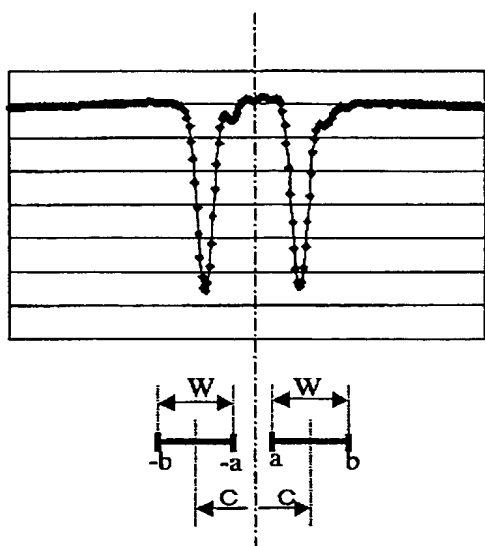
【図 12】



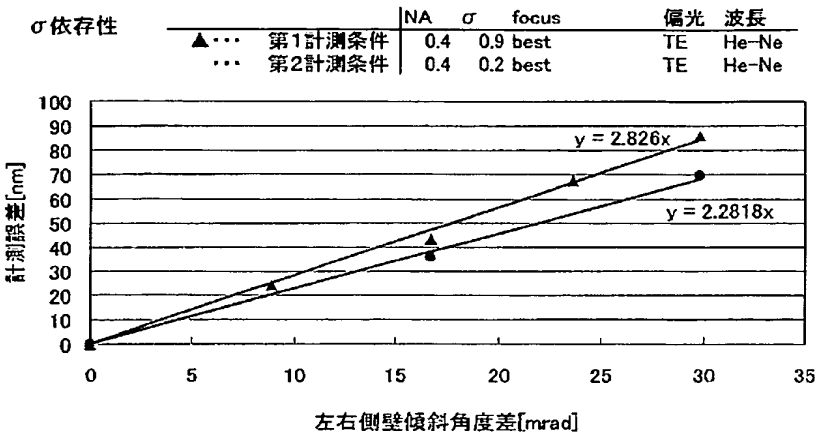
【図 13】



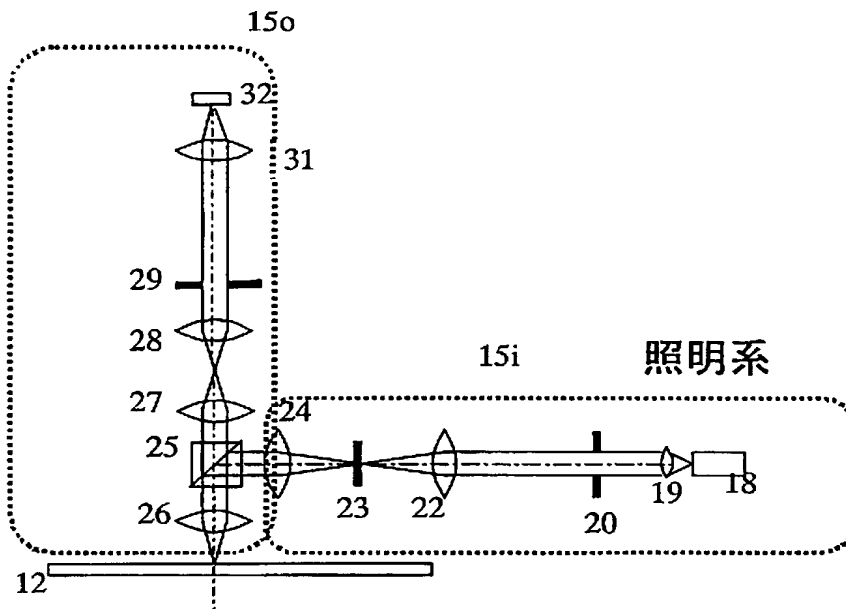
【図 1 4】



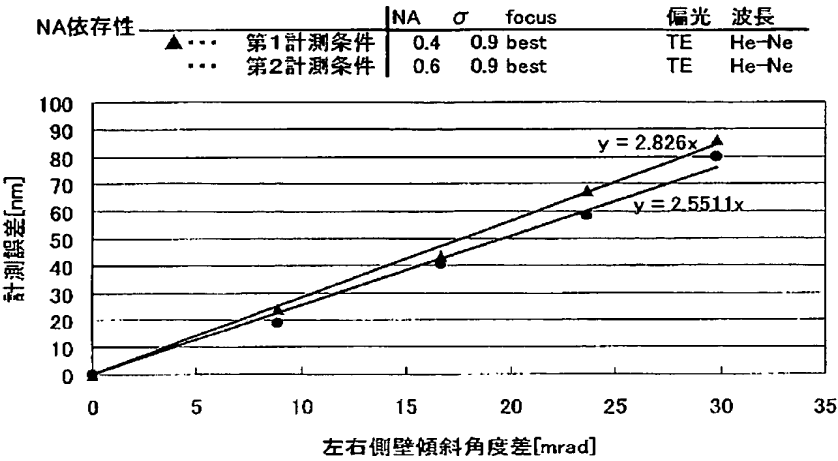
【図 1 5】



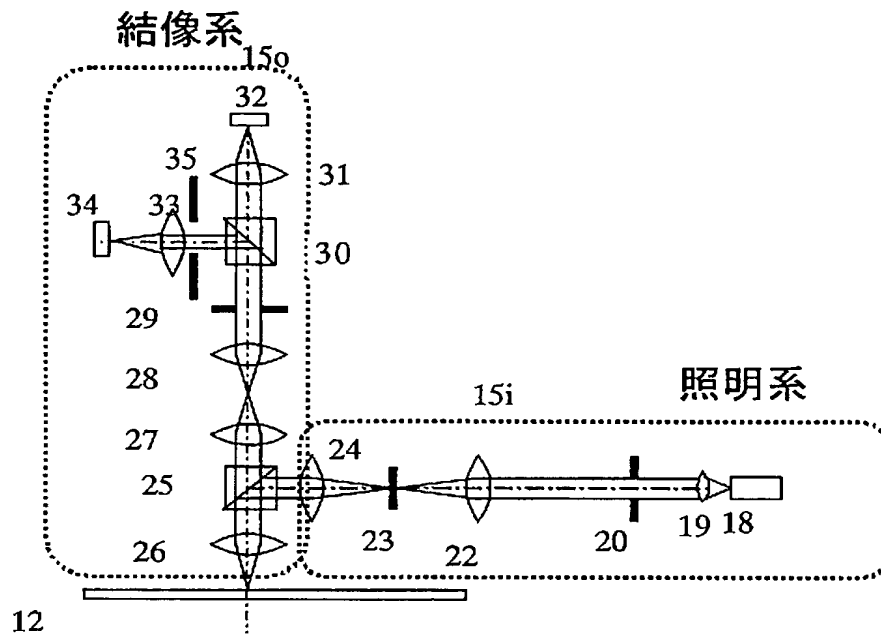
【図 16】



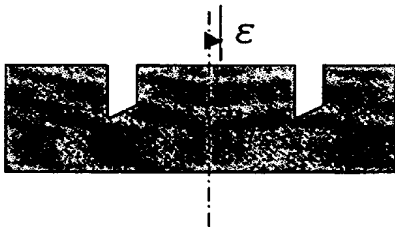
【図 1 7】



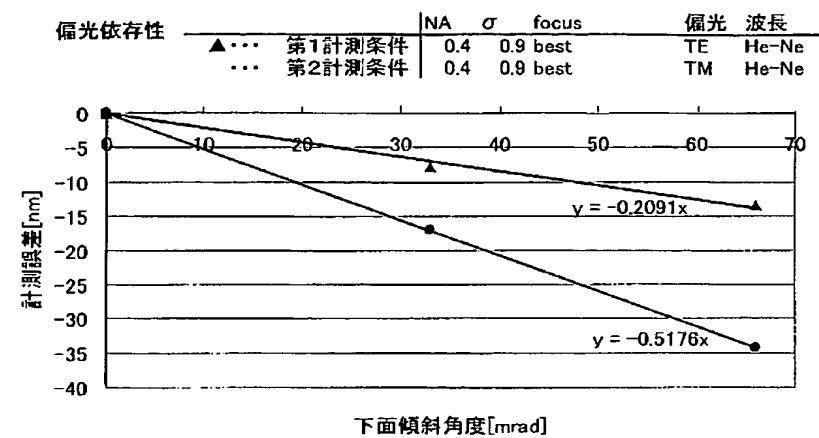
【図 18】



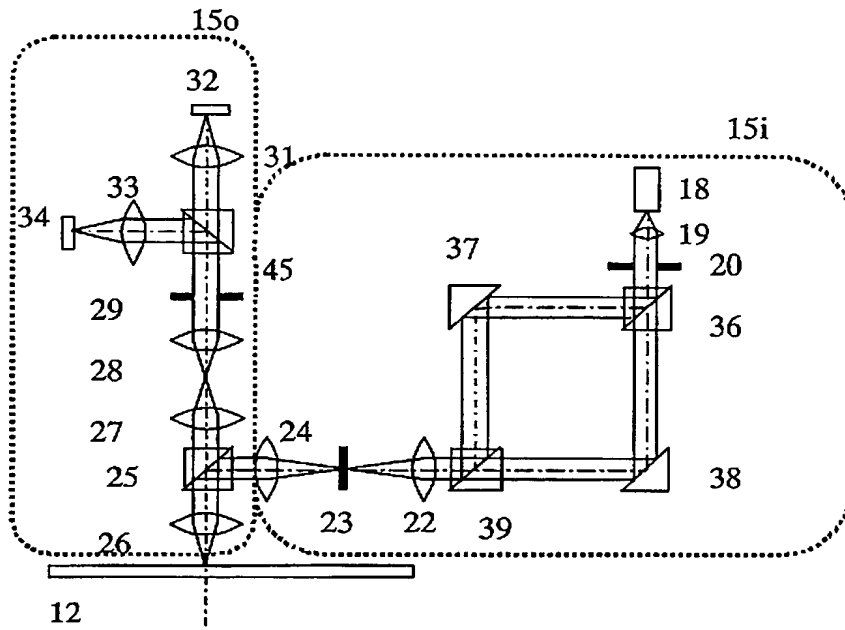
【図 1 9】



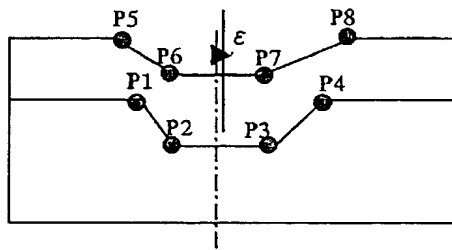
【図 2 0】



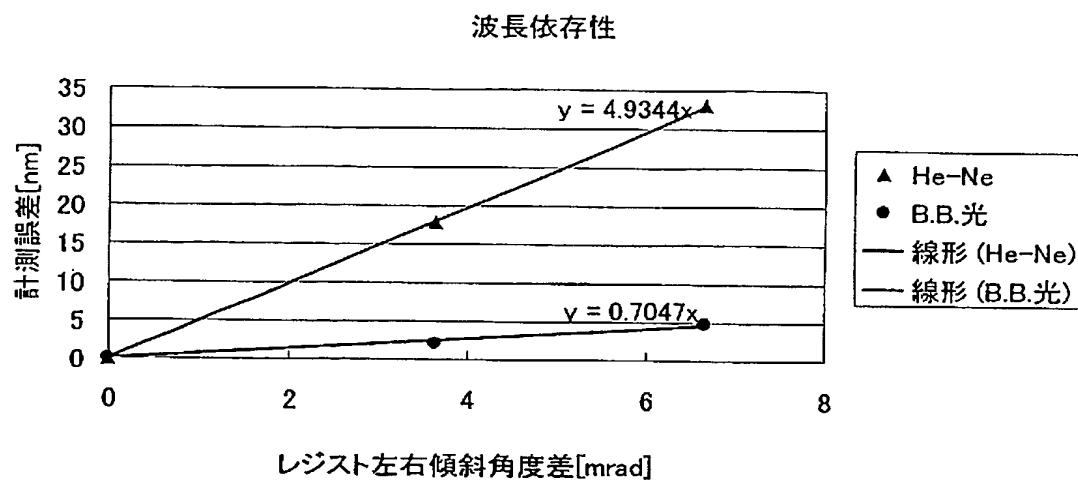
【図 21】



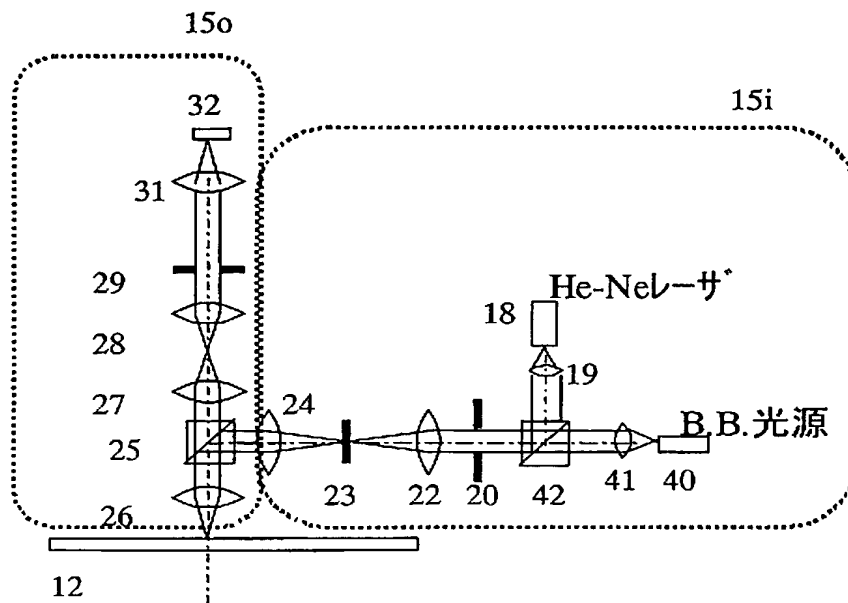
【図 2 2】



【図 23】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アライメントマークに非対称性が発生した場合においても、そのマークの位置を高精度に検出することを目的とする。

【解決手段】 複数のショットが形成された基板上的のアライメントマークの位置を第1の計測条件で計測するステップと、第1の計測条件とは異なる第2の計測条件で計測ステップと、第1の計測条件での計測値 ($M1_i$) と第2の計測条件の計測値 ($M2_i$) を用いて、該アライメントマークの位置 (M_i) を決定するステップを有する特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 7 7 3 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社